

# О МЕТОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРОДВИЖУЩЕЙ СИЛЫ МАССИВНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ПРИ НЕИЗВЕСТНОЙ РАЗНОСТИ ТЕМПЕРАТУР

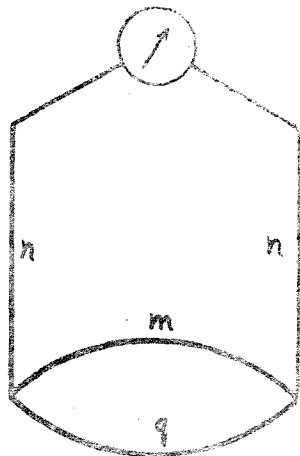
Л. Г. ОЛЕРТ

Определение т.э.д.с. массивных образцов представляет трудность потому, что невозможно поддерживать определенную, точно известную разность температур спаев. Чем короче образец и чем больше его теплопроводность, тем труднее выполнить это условие. С другой стороны, не из всякого материала можно сделать проволоку или ленту. Поэтому желательно иметь метод определения т.э.д.с., позволяющий проводить испытание образца при неизвестной разности температур спаев, но дающий результаты при заданной разности температур, например, при  $t_2 - t_1 = 100^\circ\text{C}$ .

Такой метод для массивных кусков металла существует. Неудобство его заключается в том, что для этого необходимо иметь набор эталонов, то есть проволок, занимающих определенные места в термоэлектрическом ряду. Для металлов это допустимо, так как интервал т.э.д.с. от висмута до сурьмы не так уж велик, и, кроме того, большая часть эталонов может быть выполнена из металлической проволоки. Но если объектом исследования являются минералы, то возникают серьезные трудности, так как эталонов т.э.д.с. подобрать к ним невозможно.

Выход из тупика следует искать в дифференциальной схеме термоэлемента с параллельно подключенным проводником (фиг. 1). Т.э.д.с. такого сложного термоэлемента

$$E = \frac{E_{nm}R_q + E_{nq}R_m}{R_m + R_q}, \quad (1)$$



Фиг. 1

где  $E_{nm}$  — т.э.д.с., присущая паре  $n-m$ ,  $E_{nq}$  — то же для пары  $n-q$ ,  $R_q$  — сопротивление ветки  $q$ ,  $R_m$  — сопротивление ветки  $m$  [1]. Здесь имеется в виду определенная, фиксированная разность температур. Но если сопротивление одной из веток, например  $m$ , сделать переменным, то два отсчета э.д.с. при разных сопротивлениях  $R_m$  вполне однозначно покажут  $E_{nq}$  при заданной разности температур, хотя во время опыта она может быть и неизвестна (важно только, чтобы при первом и втором отсчетах температуры были одинаковы). Если через  $E_1$  обозначить э.д.с. при сопротивлении  $R_m$ , через  $E_2$  — э.д.с. при сопротивлении  $R_{m1}$ , через  $X$  — отношение

фактической разности температур к заданной, и через  $a = \frac{R_m}{R_q}$ , то формула примет такой вид:

$$E_{nq} = \frac{E_1(R_m + R_q) E_{nm} R_q (a - 1)}{R_m [a E_1(R_m + R_q) - E_2(a R_m + R_q)]} \cdot \frac{E_{nm} R_q}{R_m} \quad (2)$$

Мы видим, что  $X$  в формулу не входит, то есть нам не надо знать фактическую разность температур, она может быть любой. Но если требуется, то можно и ее узнать:

$$X = \frac{a E_1(R_m + R_q) - E_2(a R_m + R_q)}{E_{nm} R_q (a - 1)} \quad (3)$$

Формула (2) теряет определенность при  $a = 1$ , так как первый член  $= \frac{0}{0}$ , а также при  $a = \infty$ . Между тем, последний случай представляет интерес, так как с увеличением  $a$  увеличивается разность э.д.с. при двух отсчетах, то есть уточняется определение. Практически,  $a = \infty$  можно получить в том случае, если при втором отсчете разорвать ветку  $m$ .

Из формулы (1) можно вывести такую зависимость:

$$E_{nq} = \frac{E_2 E_{nm} R_q}{E_1(R_m + R_q) - E_2 R_m}, \quad (4)$$

где  $E_1$  — э.д.с. при сопротивлении  $R_m$ , а  $E_2$  — э.д.с. при разорванной ветке  $m$ . Отношение фактической разности температур к заданной

$$X_1 = \frac{E_1(R_m + R_q) - E_2 R_m}{E_{nm} R_q}, \quad (5)$$

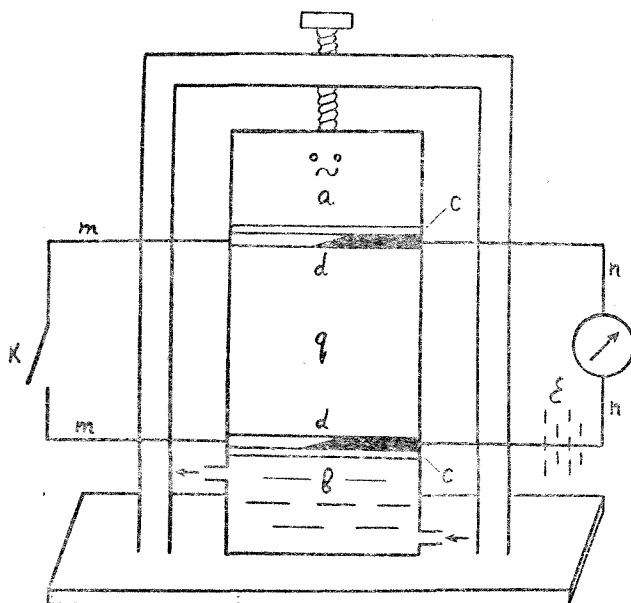
Формула (4) справедлива при любых значениях  $R_m$  и  $R_q$ , но точность определения будет неодинакова. Разность отсчетов окажется тем больше, чем больше отношение  $\frac{R_q}{R_m}$ . Поэтому данный метод нельзя применить к

хорошим проводникам, так как в этом случае  $\frac{R_q}{R_m}$  будет очень мало, то есть определение получится весьма грубым, и даже может совсем не выйти, если разность отсчетов окажется меньше чувствительности гальванометра (то есть оба отсчета дадут один результат). Метод предназначен для минералов, имеющих большое удельное сопротивление. При этом можно рекомендовать следующую конструкцию (фиг. 2).

Исследуемый образец  $q$  помещается между нагревателем  $a$  и холодильником  $b$ , со слюдяными прокладками  $c$  и металлическими листочками  $d$ , состоящими из металлов  $n$  и  $m$ ; последние непосредственно прилегают к образцу. Половинки листочков, состоящие из металла  $n$ , тонкой проволокой из того же металла соединяются с гальванометром, а другие половинки замыкаются проволокой  $m$  через ключ  $k$ . Для достижения лучшего контакта система сжимается винтом. Сопротивление  $R_m$  является для данного прибора постоянным, а сопротивление образца  $R_q$  измеряется в каждом отдельном случае, для чего, при разомкнутом ключе  $k$ , в цепь включается источник напряжения  $E$  и отмечается показание гальванометра. Если образец обладает большим температурным коэффициентом сопротивления, необходимо определить его сопротивление при разных температурах, для чего его помещают вместе с прессом в термостат. Для определения т.э.д.с. убирают батарею  $E$ , включают нагреватель  $a$  и пускают воду в холодильник  $b$ . Когда на концах образца установится по-

стоянная разность температур (о чем можно судить по неизменному показанию гальванометра), делают отсчет при замкнутом ключе  $k$ , и вслед за этим сейчас же при разомкнутом. Искомую т.э.д.с. образца при температуре  $0—100^{\circ}\text{C}$  вычисляют по формуле (4) с учетом сопротивления гальванометра и, если это окажется необходимым, вносят поправку на температурный коэффициент, считая падение температуры от горячего конца к холодному равномерным.

Настоящее сообщение основано на анализе формулы (1) и является предварительным. Предложенная методика подлежит опытной разработке



Фиг. 2

с целью уточнения деталей конструкции и выявления диапазона удельных сопротивлений, для которых она применима.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Г. Олерт. — Термоэлемент академика Дидебулидзе как батарея замкнутых последовательно соединенных термоэлементов. (Печатается в настоящем томе Известий ТПИ).